ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO LINEAL ELÁSTICO

Ing. Erly Marvin Enriquez Quispe

ing_erlyenriquez@hotmail.com

1. INTRODUCCIÓN

El análisis Sismorresistente de una estructura es de gran importancia tanto para garantizar un apropiado comportamiento frente a un evento sísmico, así como, para entender y predecir la respuesta estructural. Entender el comportamiento estructural es fundamental para poder caracterizar de manera más adecuada el nivel de daño que pueda presentar una estructura debido a un evento sísmico.

La filosofía del Diseño Sismorresistente según la Norma E.030 consiste en:

a. Evitar pérdida de vidas humanas.
b. Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
c. Minimizar los daños a la propiedad.

Se reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras. En concordancia con tal filosofía se establecen en la presente Norma los siguientes principios:

a. La estructura no debería colapsar ni causar daños graves a las personas, aunque podría presentar daños importantes, debido a movimientos sísmicos calificados como severos para el lugar del proyecto.
b. La estructura debería soportar movimientos del suelo calificados como moderados para el lugar del proyecto, pudiendo experimentar daños reparables dentro de límites aceptables.
c. Para las edificaciones esenciales, definidas en la Tabla Nº 5 (Norma E.030), se tendrán consideraciones especiales orientadas a lograr que permanezcan en condiciones operativas luego de un sismo severo.

Sin embargo el estado del arte actual no puede garantizar el punto exacto de comportamiento de los edificios (punto de desempeño), en otras palabras no está lo suficientemente desarrollado como para explicar la capacidad real de las estructuras.

2. NOMENCLATURA

C: *Factor de amplificación sísmica.*

C_T: *Coeficiente para estimar el período fundamental de un edificio.*

d_i: *Desplazamientos laterales del centro de masa del nivel i en traslación pura (restringiendo los giros en planta)debido a las fuerzas fi.*

e_i: *Excentricidad accidental en el nivel "i".*

fi: *es la fuerza lateral en el nivel i correspondiente a una distribución en altura semejante a la del primer modo en la dirección de análisis.*

F_i: *Fuerza sísmica horizontal en el nivel "i".*

g: *Aceleración de la gravedad.*

h_i: *Altura del nivel "i" con relación al nivel del terreno.*

h_n: *Altura total de la edificación en metros.*

M_{ti}: *Momento torsor accidental en el nivel "i".*

n: *Número de pisos del edificio.*

P: *Peso total de la edificación*

P_i: *Peso del nivel "i".*

R: *Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.*

S: *Factor de amplificación del suelo.*

T: *Período fundamental de la estructura para el análisis estático o período de un modo en el análisis dinámico.*

U: *Factor de uso o importancia.*

V: *Fuerza cortante en la base de la estructura.*

Z: *Factor de zona.*

3. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS SÍSMICO

Existen varios procedimientos de análisis sísmico de edificios, estos procedimientos pueden ser lineales o no lineales, y estos a la vez pueden ser estáticos o dinámicos. Según el ASCE/SEI 41-13, el análisis sísmico de las estructuras se llevará a cabo mediante los procedimientos lineales (análisis estático lineal (AEL) y análisis dinámico lineal (ADL)) y procedimientos no lineales (análisis estático no lineal (AENL) y análisis dinámico no lineal (ADNL)).

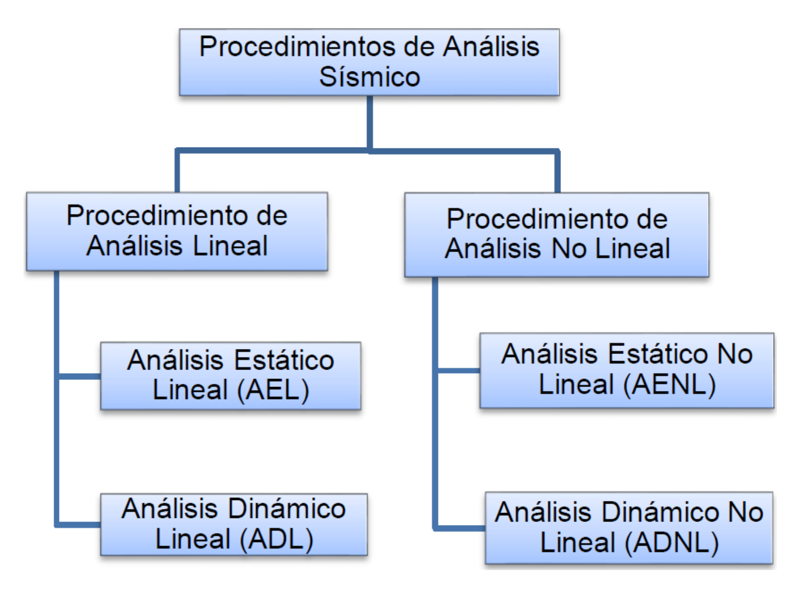


Figura 1. Procedimientos de Análisis Sísmico según el ASCE/SEI 41-13

4. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS LINEAL

En el procedimiento de análisis lineal se calcula la demanda sísmica y se compara con la capacidad estructural mediante la realización de un análisis lineal elástico.

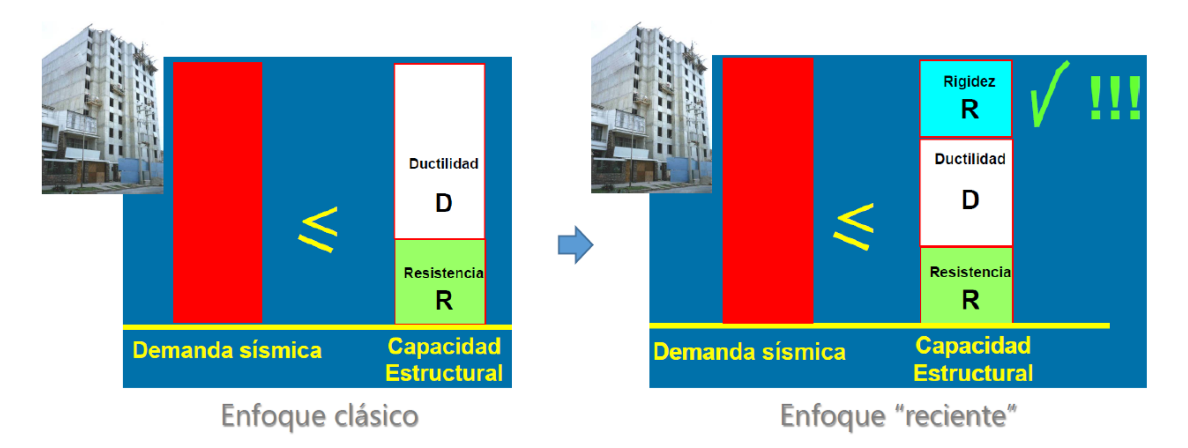


Figura 2. Demanda sísmica y capacidad estructural

La mayoría de normas de diseño sismorresistente están basados en procedimientos de análisis lineales elásticos debido a su fácil aplicación. Estos procedimientos de análisis lineales son: el análisis estático lineal y análisis dinámico lineal.

Los procedimientos de análisis lineales pueden predecir la capacidad elástica de la estructura e indicar donde ocurrirá primero la fluencia, sin embargo, estos procedimientos no predicen los mecanismos de falla y no toman en consideración la redistribución de fuerzas que se producirá cuando la fluencia avanza en la estructura. Para tener en cuenta la incursión de la estructura en el rango no lineal, las normas de diseño sismorresistente incluyen un factor de reducción “R” para reducir la fuerza sísmica el cual depende del tipo de sistema estructural.

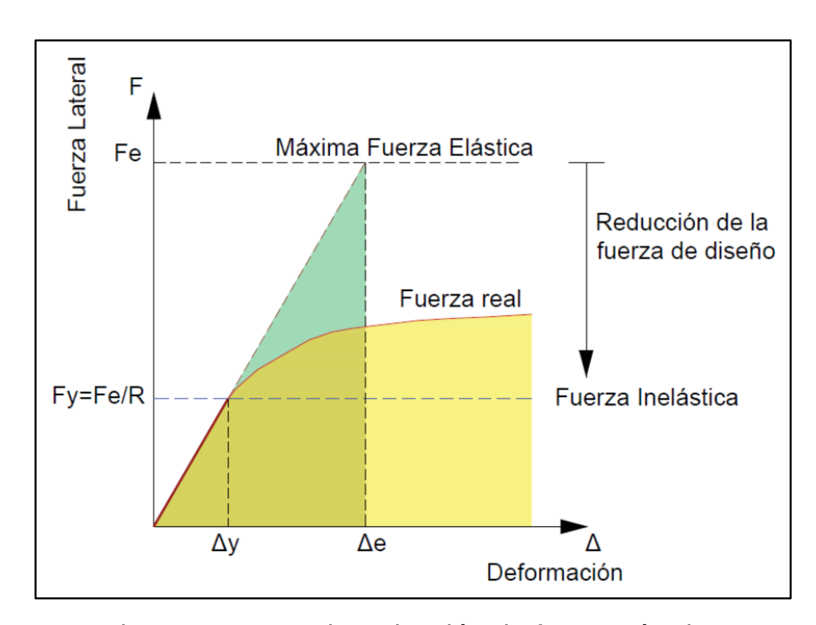


Figura 3. Factor de reducción de fuerza sísmica

En un análisis lineal las propiedades estructurales, tales como la rigidez y el amortiguamiento son constantes, no varían con el tiempo. Los desplazamientos, esfuerzos, reacciones, son directamente proporcionales a la magnitud de las fuerzas aplicadas.

5. ANÁLISIS ESTÁTICO O DE FUERZAS ESTÁTICAS EQUIVALENTES

5.1 GENERALIDADES

Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación.

Podrán analizarse mediante este procedimiento todas las estructuras regulares o irregulares ubicadas en la zona sísmica 1, las estructuras clasificadas como regulares según el numeral 3.5 - E.030 de no más de 30 m de altura y las estructuras de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15 m de altura, aun cuando sean irregulares.

5.2 FUERZA CORTANTE EN LA BASE

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R}.P$$

El valor de C/R no deberá considerarse menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

5.3 DISTRIBUCIÓN DE LA FUERZA SÍSMICA EN ALTURA

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i, correspondientes a la dirección considerada, se calcularán mediante:

$$F_i = \alpha_i.V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^{n} P_j\left(h_j\right)^k}$$

Donde n es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

a) Para T menor o igual a 0.5 segundos: k = 1.
b) Para T mayor que 0.5 segundos: k = (0.75 + 0.5 T) ≤ 2.

5.4 PERÍODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN

El período fundamental de vibración para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde:

CT = 35 Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

CT = 45 Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
b) Pórticos de acero arriostrados.

CT = 60 Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

Alternativamente podrá usarse la siguiente expresión:

$$T = 2\pi.\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} P_i.d_i^2}{g.\sum_{i=1}^{n} f_i.d_i}}$$

Donde:

- f_i es la fuerza lateral en el nivel i correspondiente a una distribución en altura semejante a la del primer modo en la dirección de análisis.
- d_i es el desplazamiento lateral del centro de masa del nivel i en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas f_i. Los desplazamientos se calcularán suponiendo comportamiento lineal elástico de la estructura y, para el caso de estructuras de concreto armado y de albañilería, considerando las secciones sin fisurar.

Cuando el análisis no considere la rigidez de los elementos no estructurales, el período fundamental T deberá tomarse como 0,85 del valor obtenido con la fórmula precedente.

5.5 EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL

Para estructuras con diafragmas rígidos, se supondrá que la fuerza en cada nivel (F_i) actúa en el centro de masas del nivel respectivo y debe considerarse además de la excentricidad propia de la estructura el efecto de excentricidades accidentales (en cada dirección de análisis) como se indica a continuación:

a) En el centro de masas de cada nivel, además de la fuerza lateral estática actuante, se aplicará un momento torsor accidental (M_{ti}) que se calcula como:

$$M_{ti} = \pm F_i . e_i$$

Para cada dirección de análisis, la excentricidad accidental en cada nivel (e_i), se considerará como 0.05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis.

b) Se puede suponer que las condiciones más desfavorables se obtienen considerando las excentricidades accidentales con el mismo signo en todos los niveles. Se considerarán únicamente los incrementos de las fuerzas horizontales no así las disminuciones.

5.6 FUERZAS SÍSMICAS VERTICALES

La fuerza sísmica vertical se considerará como:

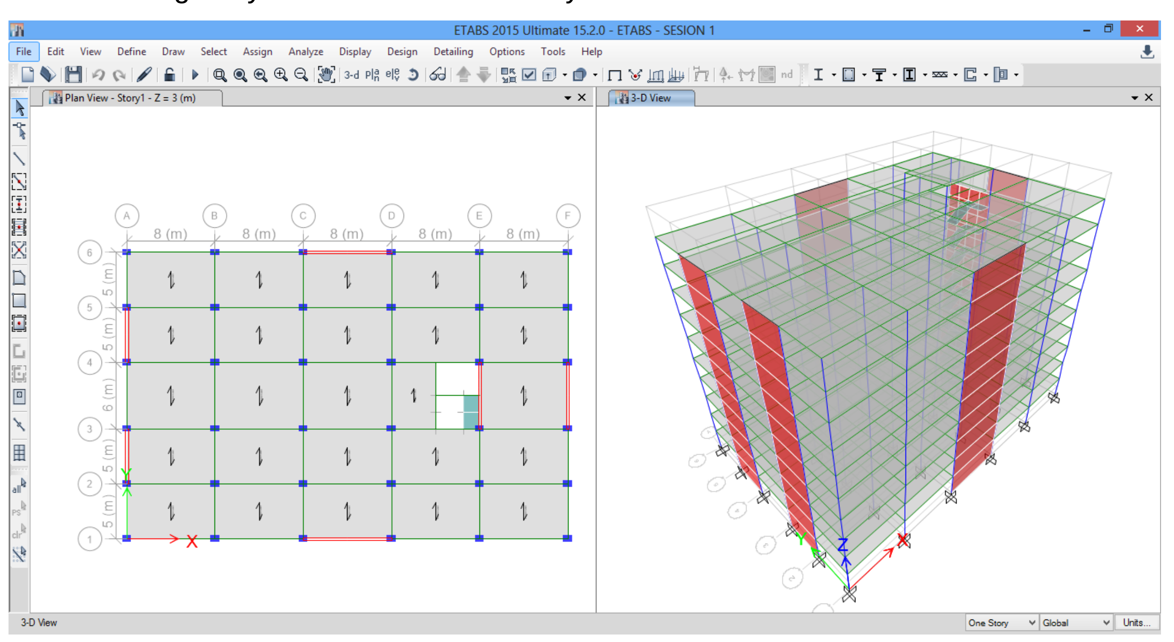
$$F_V = \frac{2}{3} . Z . U . S . P$$

En elementos horizontales de grandes luces, incluyendo volados, se requerirá un análisis dinámico con los espectros definidos en el numeral 4.6.2. – E.030.

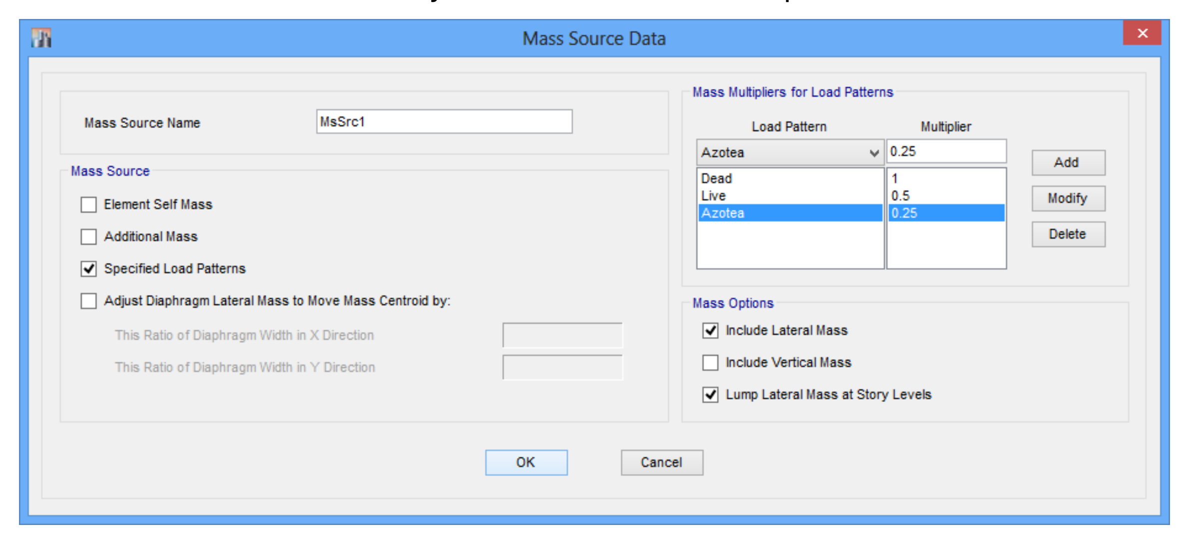


6. ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO LINEAL ELÁSTICO EN ETABS 2015

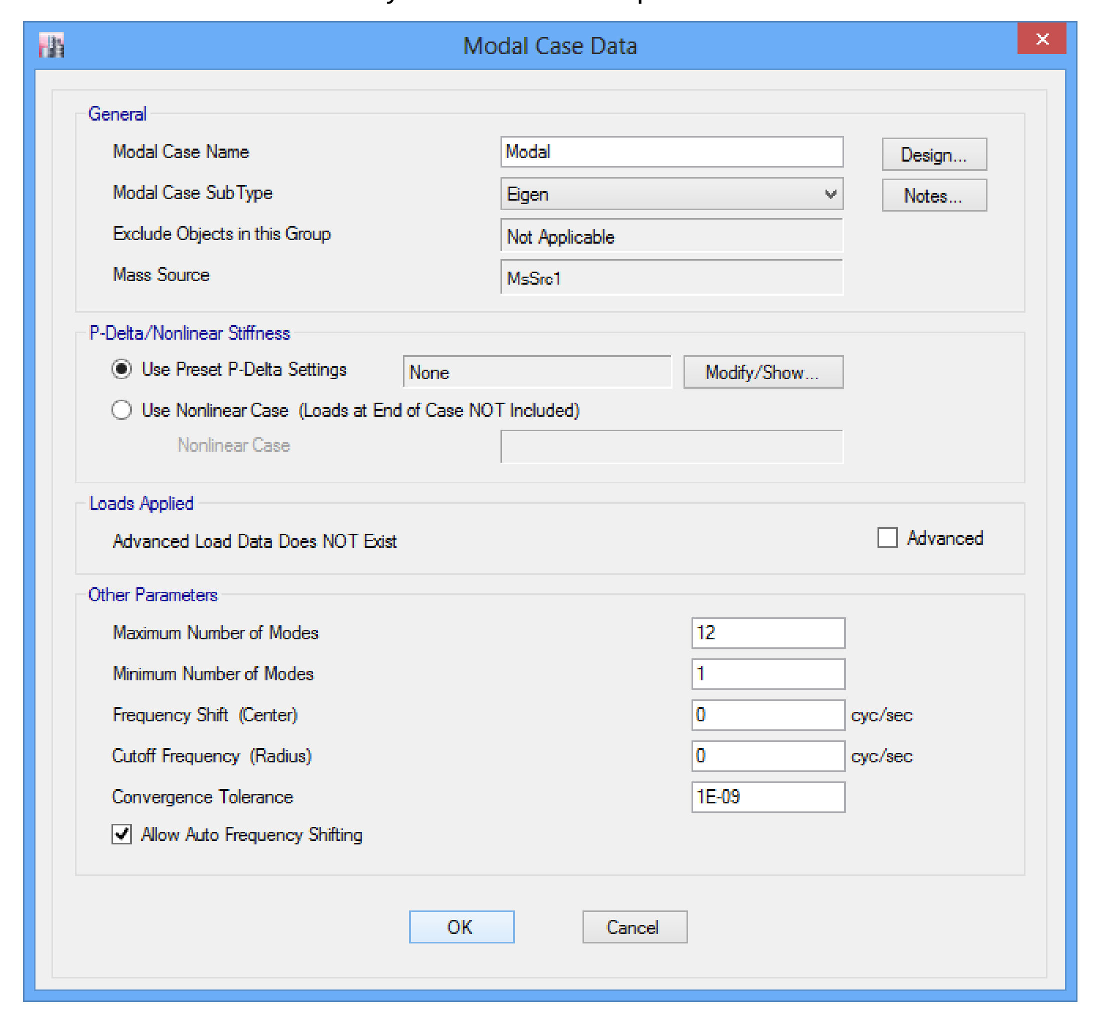
1) Abrir el archivo de la Modelación del Edificio de 10 Pisos en ETABS 2015. Asumiremos que el techo de escaleras y ascensor no influye en la respuesta total de la estructura, por lo que si podemos realizar el análisis sísmico estático lineal elástico al ser una estructura regular y tener una altura no mayor a 30 m.



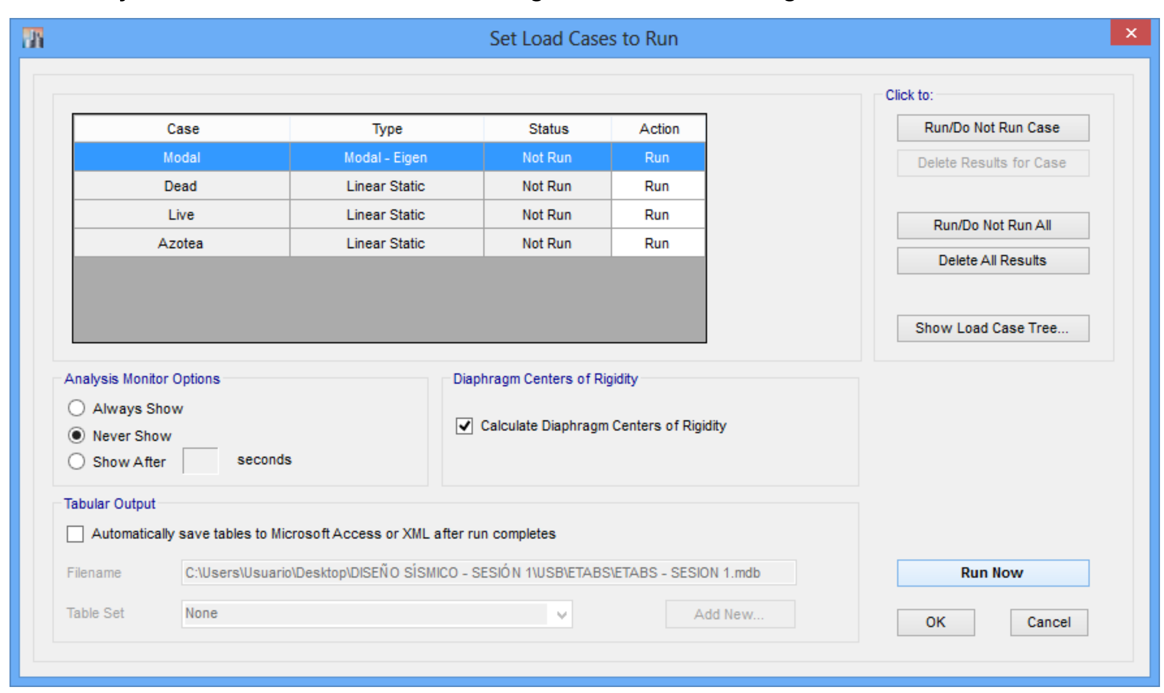
2) Ir a Define/ Mass Source/ Modify Show Mass Source/ Completar la información/ OK.



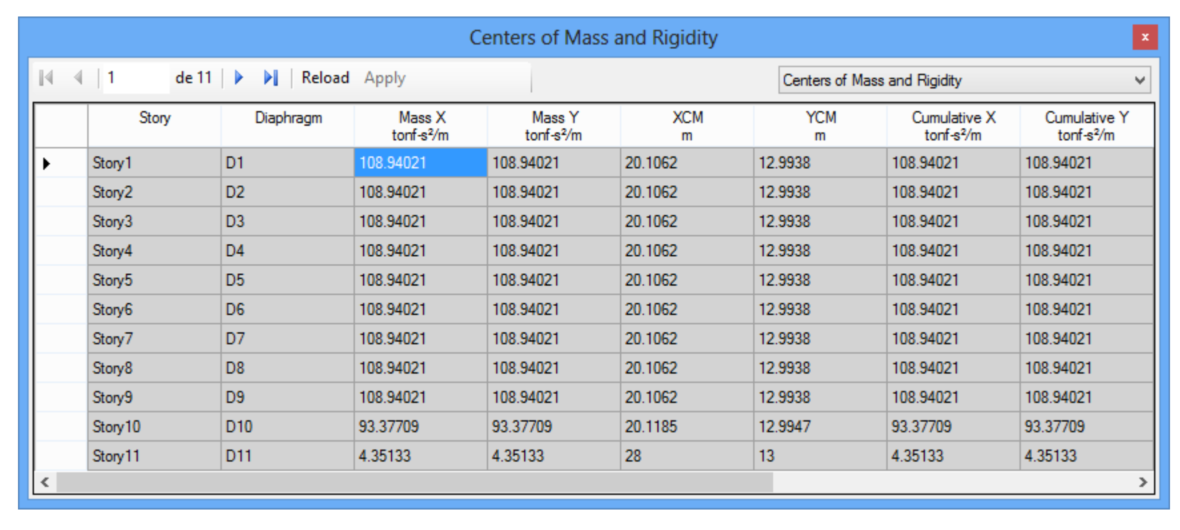
3) Ir a Define/ Modal Cases/ Modify Show Case/ Completar la información/ OK.



4) Ir a Analyze/ Set Load Case to Run/ Elegir los casos de carga a analizar/ Run Now.

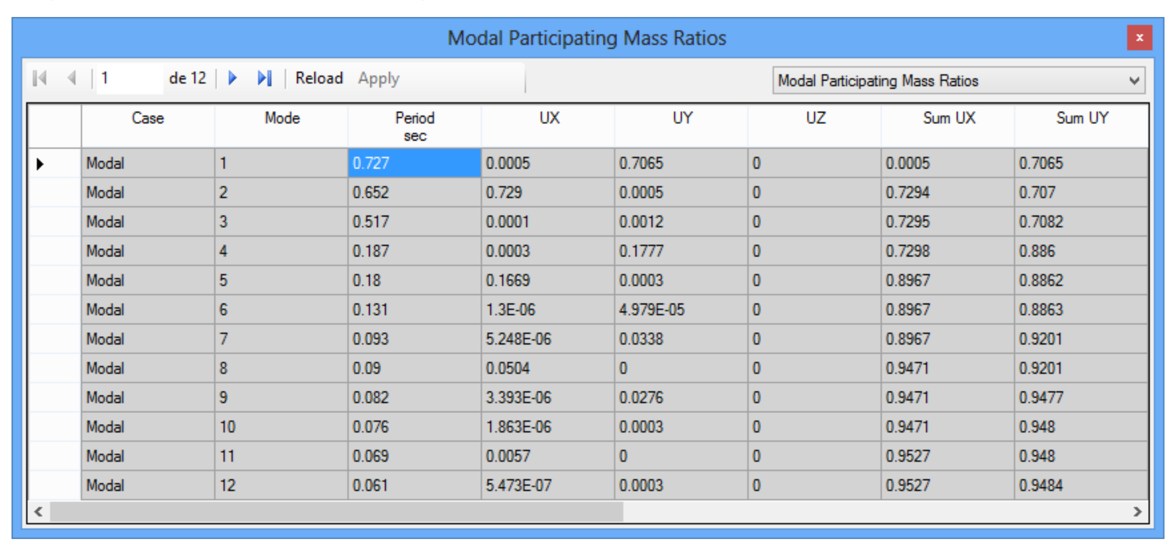


5) Ir a Display/ Show Tables/ Seleccionar Analysis/ OK/ Centers of Mass and Rigidity/ Copiar en una hoja de Excel las columnas Mass X y Mass Y.



Story	Diaphragm	Mass X tonf-s²/m	Mass Y tonf-s²/m	XCM m	YCM m	Cumulative X tonf-s²/m	Cumulative Y tonf-s²/m
Story1	D1	108.94021	108.94021	20.1062	12.9938	108.94021	108.94021
Story2	D2	108.94021	108.94021	20.1062	12.9938	108.94021	108.94021
Story3	D3	108.94021	108.94021	20.1062	12.9938	108.94021	108.94021
Story4	D4	108.94021	108.94021	20.1062	12.9938	108.94021	108.94021
Story5	D5	108.94021	108.94021	20.1062	12.9938	108.94021	108.94021
Story6	D6	108.94021	108.94021	20.1062	12.9938	108.94021	108.94021
Story7	D7	108.94021	108.94021	20.1062	12.9938	108.94021	108.94021
Story8	D8	108.94021	108.94021	20.1062	12.9938	108.94021	108.94021
Story9	D9	108.94021	108.94021	20.1062	12.9938	108.94021	108.94021
Story10	D10	93.37709	93.37709	20.1185	12.9947	93.37709	93.37709
Story11	D11	4.35133	4.35133	28	13	4.35133	4.35133

6) Ir a Display/ Show Tables/ Seleccionar Analysis/ OK/ Modal Participating Mass Ratios/ Copiar en una hoja de Excel el período en la dirección X e Y.



Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY
Modal	1	0.727	0.0005	0.7065	0	0.0005	0.7065
Modal	2	0.652	0.729	0.0005	0	0.7294	0.707
Modal	3	0.517	0.0001	0.0012	0	0.7295	0.7082
Modal	4	0.187	0.0003	0.1777	0	0.7298	0.886
Modal	5	0.18	0.1669	0.0003	0	0.8967	0.8862
Modal	6	0.131	1.3E-06	4.979E-05	0	0.8967	0.8863
Modal	7	0.093	5.248E-06	0.0338	0	0.8967	0.9201
Modal	8	0.09	0.0504	0	0	0.9471	0.9201
Modal	9	0.082	3.393E-06	0.0276	0	0.9471	0.9477
Modal	10	0.076	1.863E-06	0.0003	0	0.9471	0.948
Modal	11	0.069	0.0057	0	0	0.9527	0.948
Modal	12	0.061	5.473E-07	0.0003	0	0.9527	0.9484

7) Determinar las fuerzas estáticas equivalentes en las direcciones X e Y.

ANÁLISIS ESTÁTICO O DE FUERZAS ESTÁTICAS EQUIVALENTES
Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente

Ing. Erly Marvin Enriquez Quispe
ing_erlyenriquez@hotmail.com

Z: Factor de zona	0.45
U: Factor de uso o importancia	1.50
S: Factor de amplificación del suelo	1.00
T_P: Periodo que define la plataforma del factor C (s)	0.40
T_X: Periodo natural en la dirección X (s)	0.652
T_Y: Periodo natural en la dirección Y (s)	0.727
C_X: Factor de amplificación sísmica en X	1.53
C_Y: Factor de amplificación sísmica en Y	1.38
R_X: Coeficiente de reducción sísmico en X	7.00
R_Y: Coeficiente de reducción sísmico en Y	6.00
P: Peso sísmico de la edificación (Tn)	10573.44
V_X: Fuerza cortante en la base en la dirección X	1563.77
V_Y: Fuerza cortante en la base en la dirección X	1636.19

FUERZAS ESTÁTICAS EQUIVALENTES EN LA DIRECCIÓN X

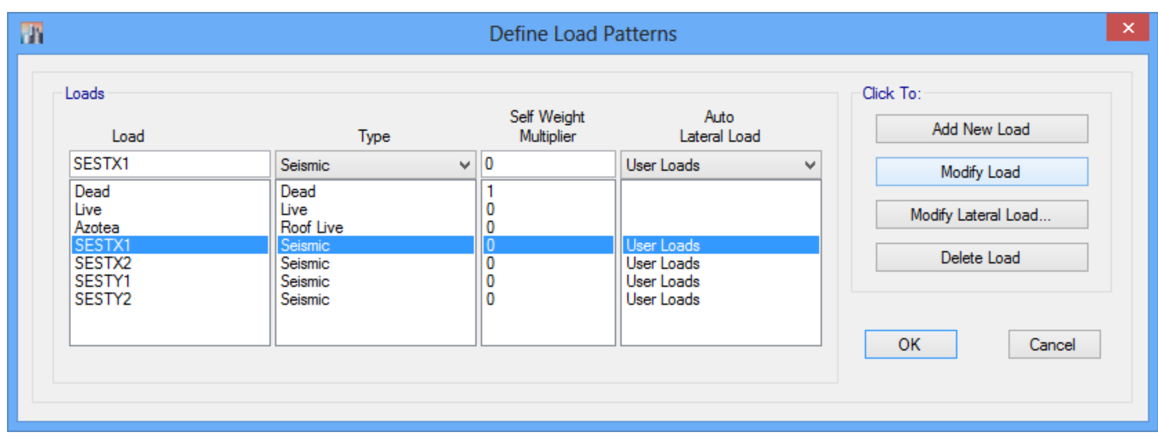
Nivel	he_i (m)	h_i (m)	Masa tonf-s²/m	P_i (Tn)	$P_i(h_i)^k$ (Tn-m)	F_i (Tn)	V_i (Tn)
Story11	3.00	33.00	4.35	42.67	1836.81	13.25	13.25
Story10	3.00	30.00	93.38	915.72	35574.88	256.71	269.97
Story9	3.00	27.00	108.94	1068.34	37055.81	267.40	537.36
Story8	3.00	24.00	108.94	1068.34	32644.96	235.57	772.93
Story7	3.00	21.00	108.94	1068.34	28275.93	204.04	976.97
Story6	3.00	18.00	108.94	1068.34	23954.22	172.86	1149.83
Story5	3.00	15.00	108.94	1068.34	19687.16	142.06	1291.89
Story4	3.00	12.00	108.94	1068.34	15484.88	111.74	1403.63
Story3	3.00	9.00	108.94	1068.34	11362.50	81.99	1485.63
Story2	3.00	6.00	108.94	1068.34	7345.13	53.00	1538.63
Story1	3.00	3.00	108.94	1068.34	3484.11	25.14	1563.77
SUMA				10573.44	216706.39	1563.77	

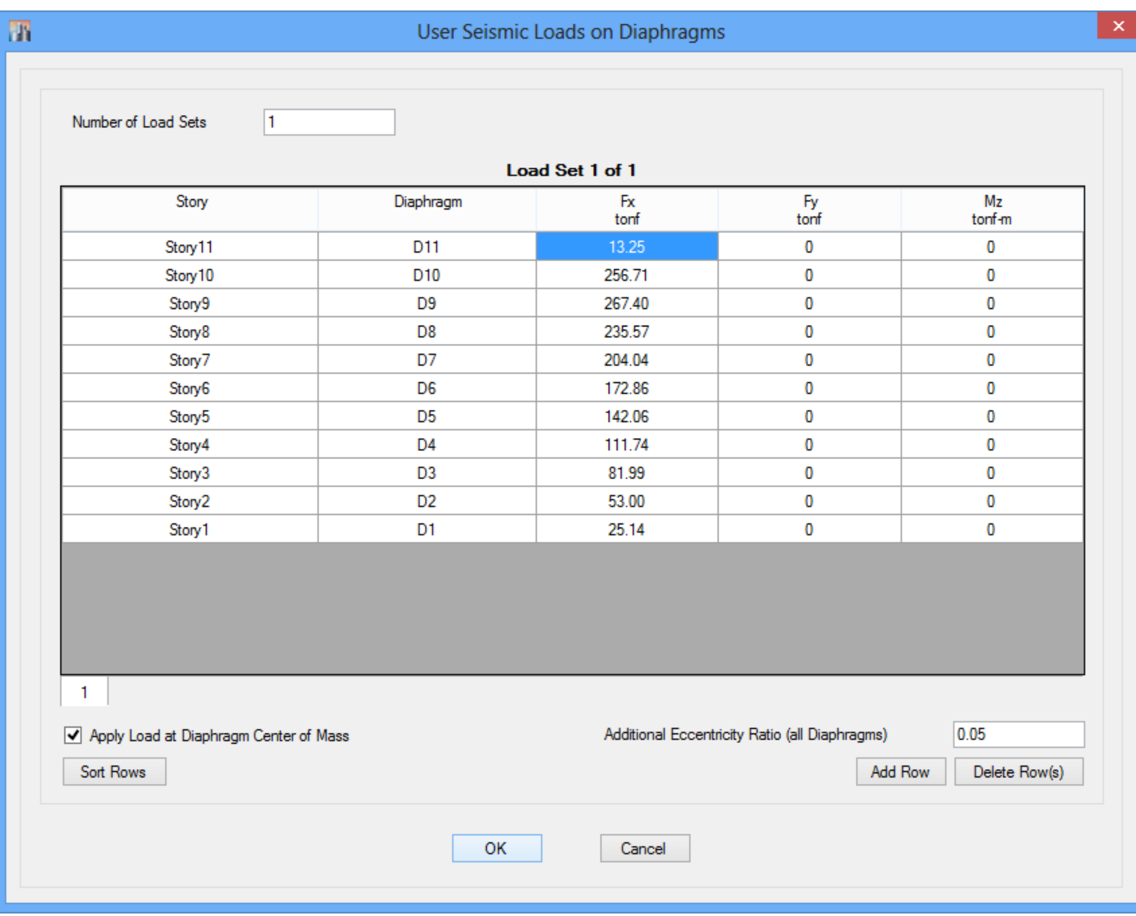
FUERZAS ESTÁTICAS EQUIVALENTES EN LA DIRECCIÓN Y

Nivel	he_i (m)	h_i (m)	Masa tonf-s²/m	P_i (Tn)	$P_i(h_i)^k$ (Tn-m)	F_i (Tn)	V_i (Tn)
Story11	3.00	33.00	4.35	42.67	2094.15	14.15	14.15
Story10	3.00	30.00	93.38	915.72	40414.34	273.00	287.14
Story9	3.00	27.00	108.94	1068.34	41930.73	283.24	570.38
Story8	3.00	24.00	108.94	1068.34	36776.81	248.42	818.81
Story7	3.00	21.00	108.94	1068.34	31695.68	214.10	1032.91
Story6	3.00	18.00	108.94	1068.34	26696.53	180.33	1213.24
Story5	3.00	15.00	108.94	1068.34	21791.47	147.20	1360.44
Story4	3.00	12.00	108.94	1068.34	16997.19	114.81	1475.26
Story3	3.00	9.00	108.94	1068.34	12338.37	83.34	1558.60
Story2	3.00	6.00	108.94	1068.34	7855.62	53.06	1611.67
Story1	3.00	3.00	108.94	1068.34	3630.64	24.52	1636.19
SUMA				10573.44	242221.54	1636.19	

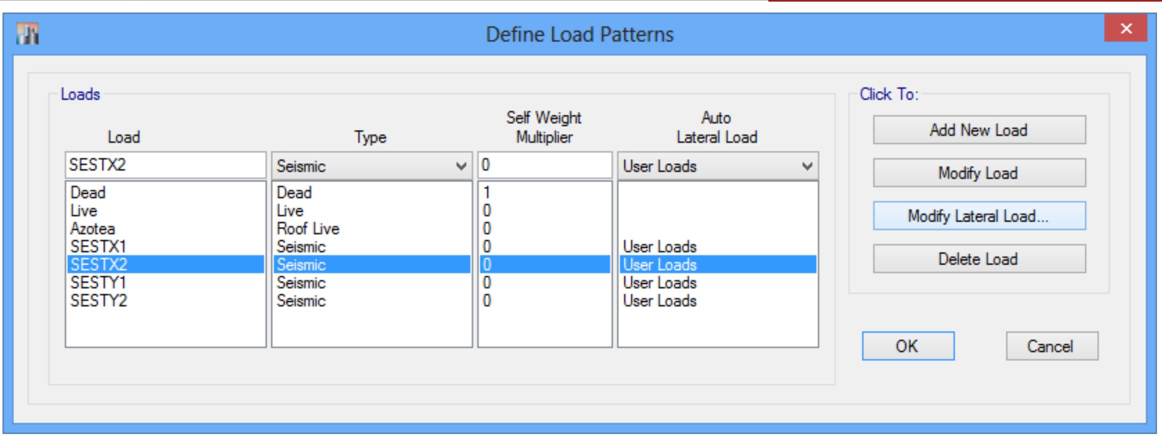


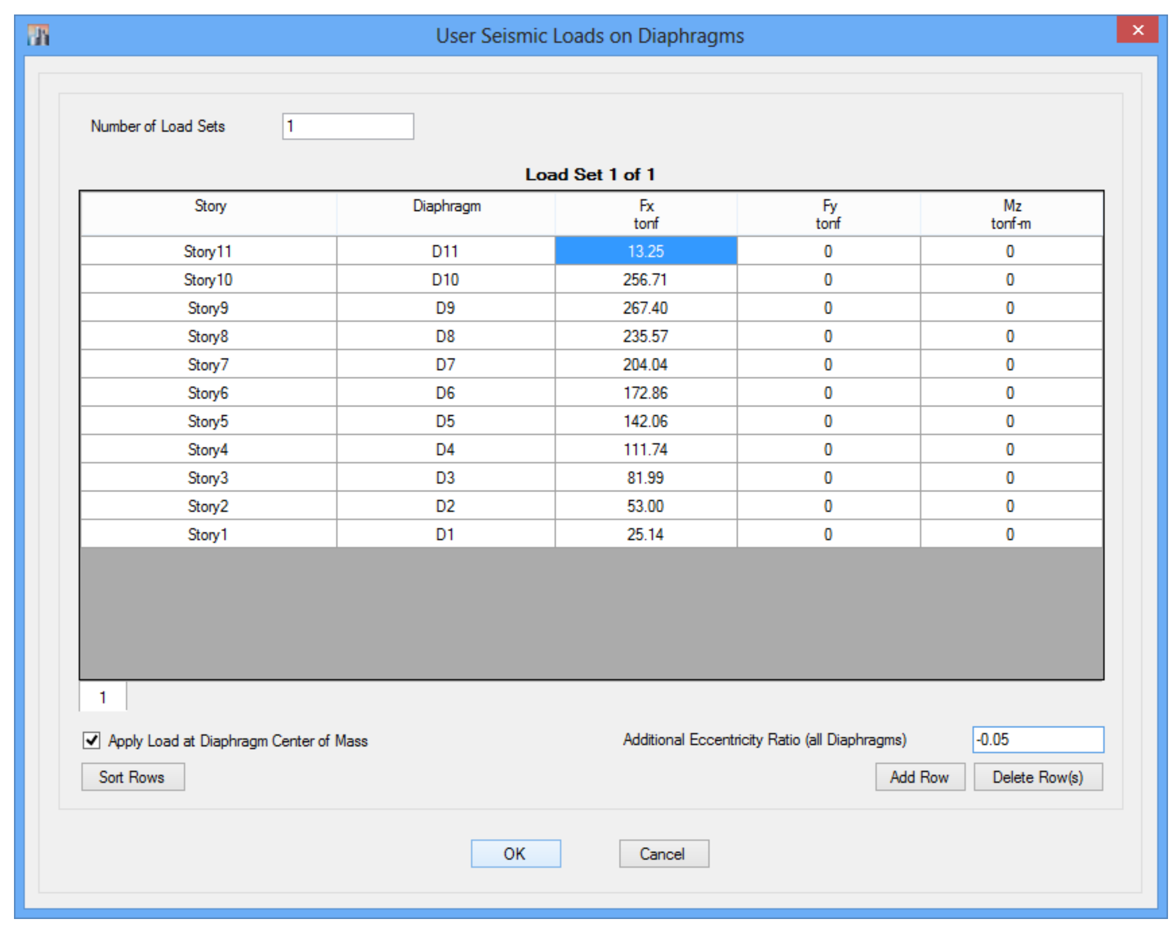
8) Ir a Define/ Load Patterns/ Definir los siguientes patrones de carga/ Modify Lateral Load/ Completar la información/ OK.



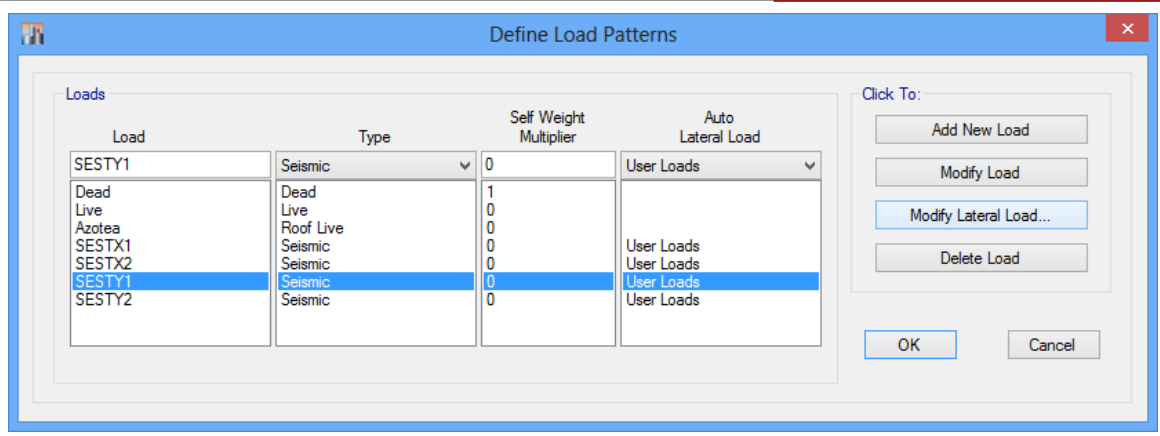


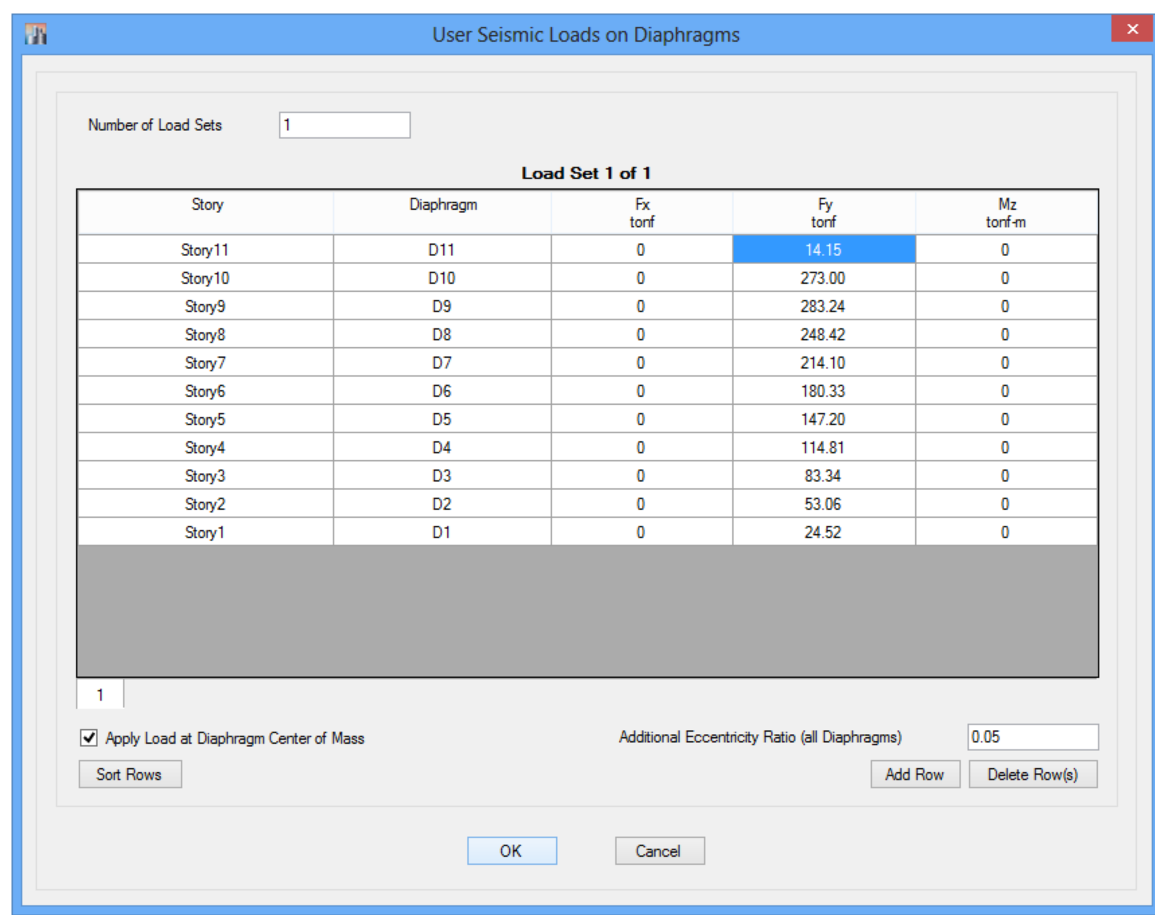
Story	Diaphragm	Fx tonf	Fy tonf	Mz tonf-m
Story11	D11	13.25	0	0
Story10	D10	256.71	0	0
Story9	D9	267.40	0	0
Story8	D8	235.57	0	0
Story7	D7	204.04	0	0
Story6	D6	172.86	0	0
Story5	D5	142.06	0	0
Story4	D4	111.74	0	0
Story3	D3	81.99	0	0
Story2	D2	53.00	0	0
Story1	D1	25.14	0	0

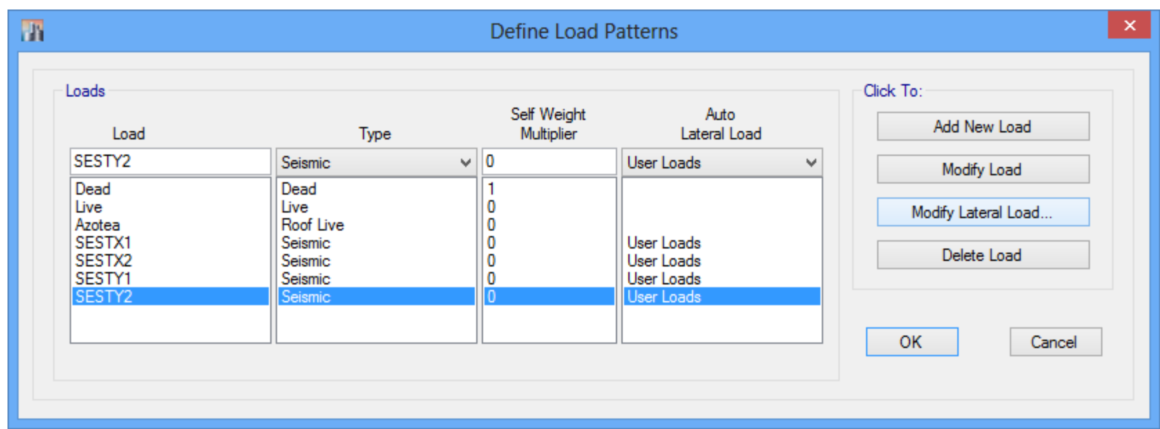


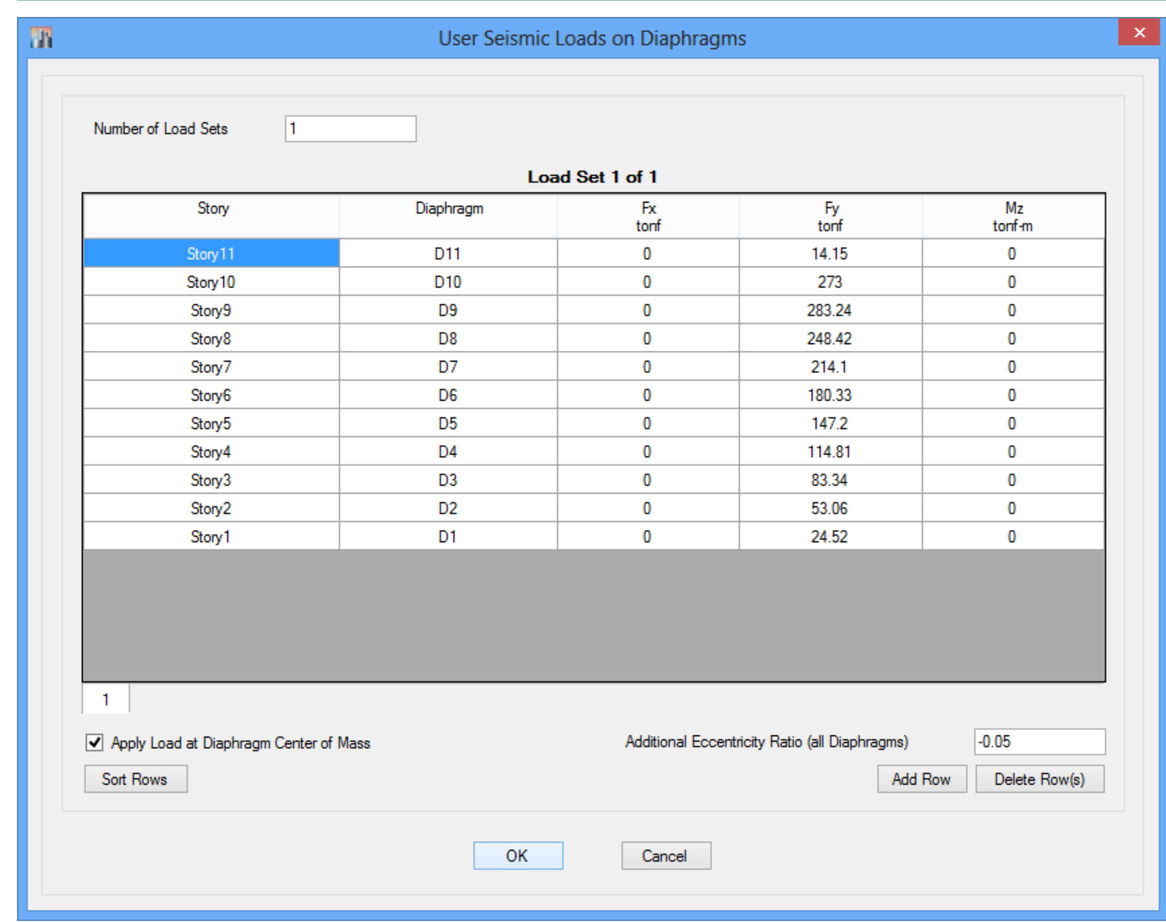


Story	Diaphragm	Fx tonf	Fy tonf	Mz tonf-m
Story11	D11	13.25	0	0
Story10	D10	256.71	0	0
Story9	D9	267.40	0	0
Story8	D8	235.57	0	0
Story7	D7	204.04	0	0
Story6	D6	172.86	0	0
Story5	D5	142.06	0	0
Story4	D4	111.74	0	0
Story3	D3	81.99	0	0
Story2	D2	53.00	0	0
Story1	D1	25.14	0	0


Define Load Patterns
Loads
Load
Type
Self Weight Multiplier
Auto Lateral Load
SESTY1
Seismic
0
User Loads
Dead Dead 1
Live Live 0
Azotea Roof Live 0
SESTX1 Seismic 0 User Loads
SESTX2 Seismic 0 User Loads
SESTY1 Seismic 0 User Loads
SESTY2 Seismic 0 User Loads
Click To:
Add New Load
Modify Load
Modify Lateral Load...
Delete Load
OK
Cancel

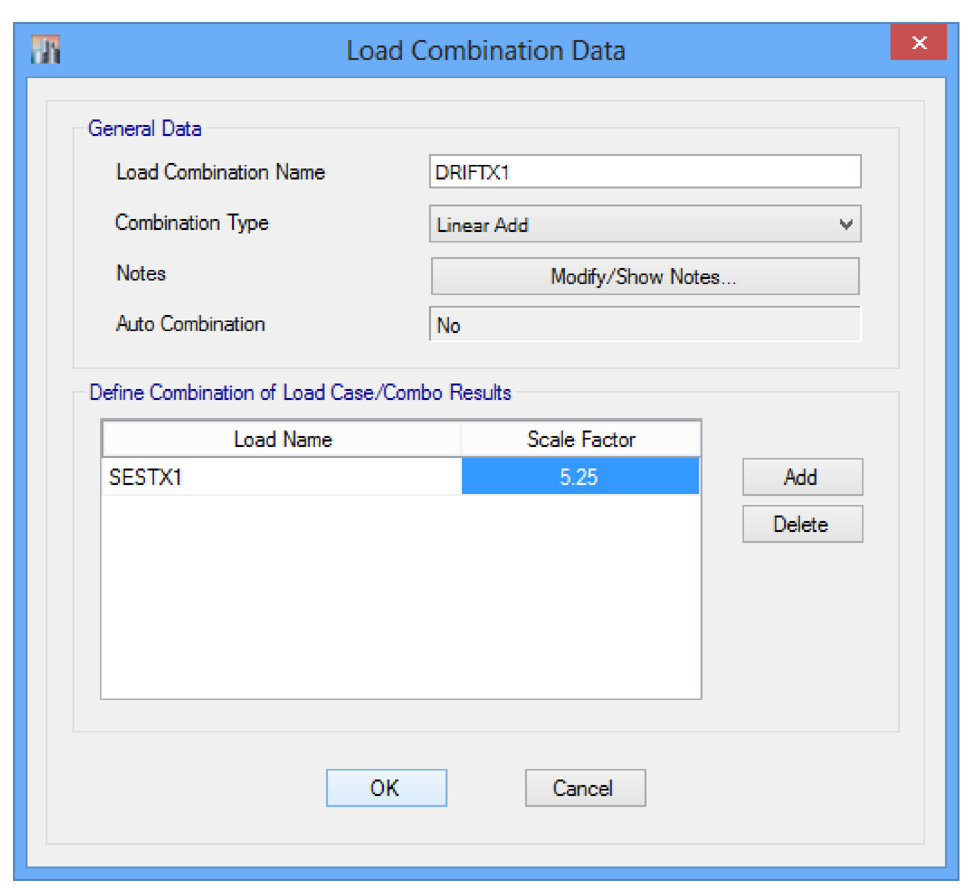

User Seismic Loads on Diaphragms
Number of Load Sets 1
Load Set 1 of 1
Story | Diaphragm | Fx tonf | Fy tonf | Mz tonf-m
Story11 | D11 | 0 | 14.15 | 0
Story10 | D10 | 0 | 273.00 | 0
Story9 | D9 | 0 | 283.24 | 0
Story8 | D8 | 0 | 248.42 | 0
Story7 | D7 | 0 | 214.10 | 0
Story6 | D6 | 0 | 180.33 | 0
Story5 | D5 | 0 | 147.20 | 0
Story4 | D4 | 0 | 114.81 | 0
Story3 | D3 | 0 | 83.34 | 0
Story2 | D2 | 0 | 53.06 | 0
Story1 | D1 | 0 | 24.52 | 0
1
Apply Load at Diaphragm Center of Mass
Additional Eccentricity Ratio (all Diaphragms) 0.05
Sort Rows
Add Row
Delete Row(s)
OK
Cancel

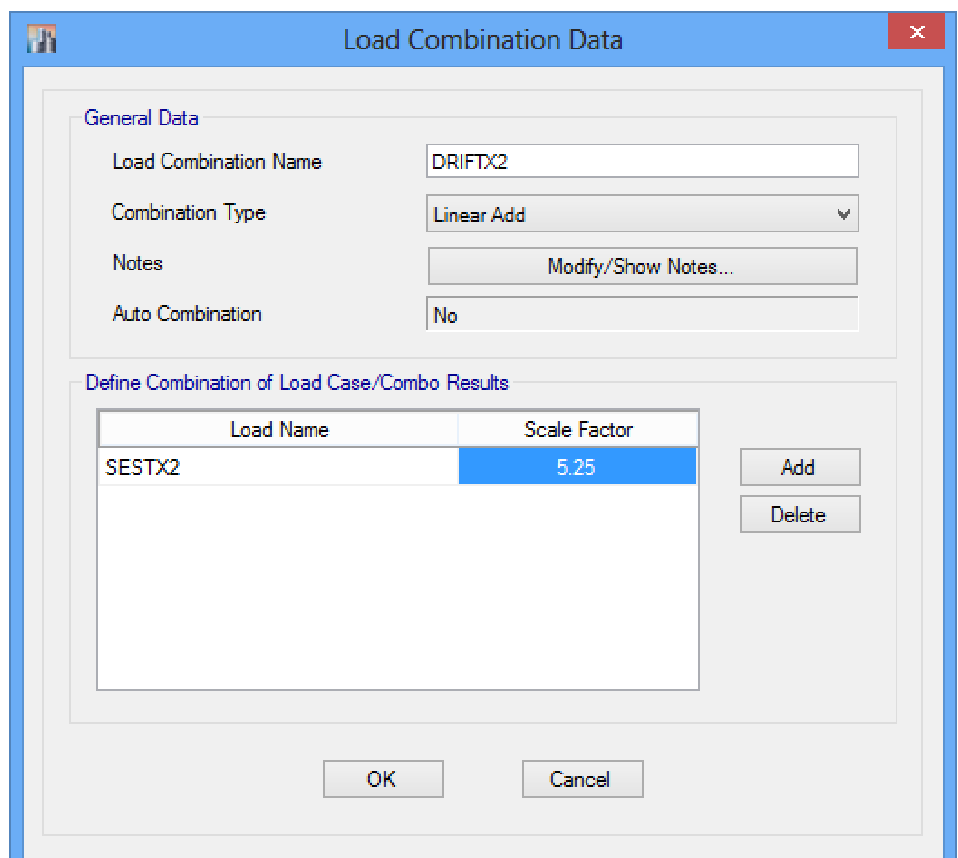


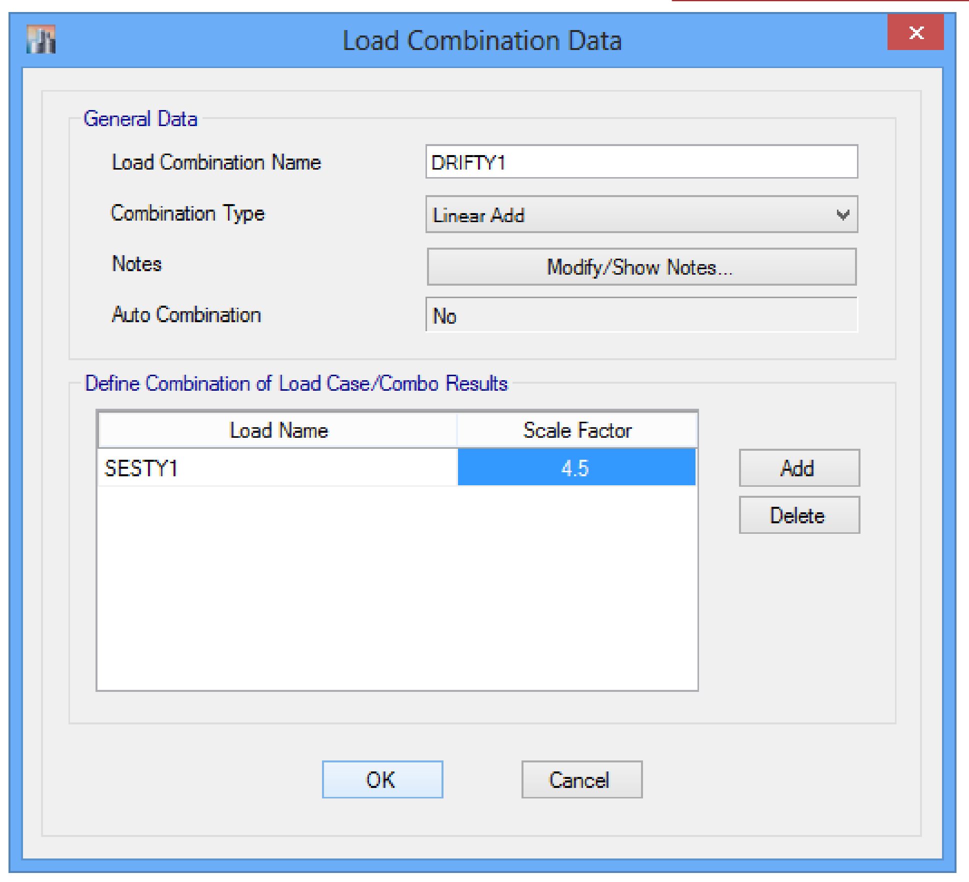


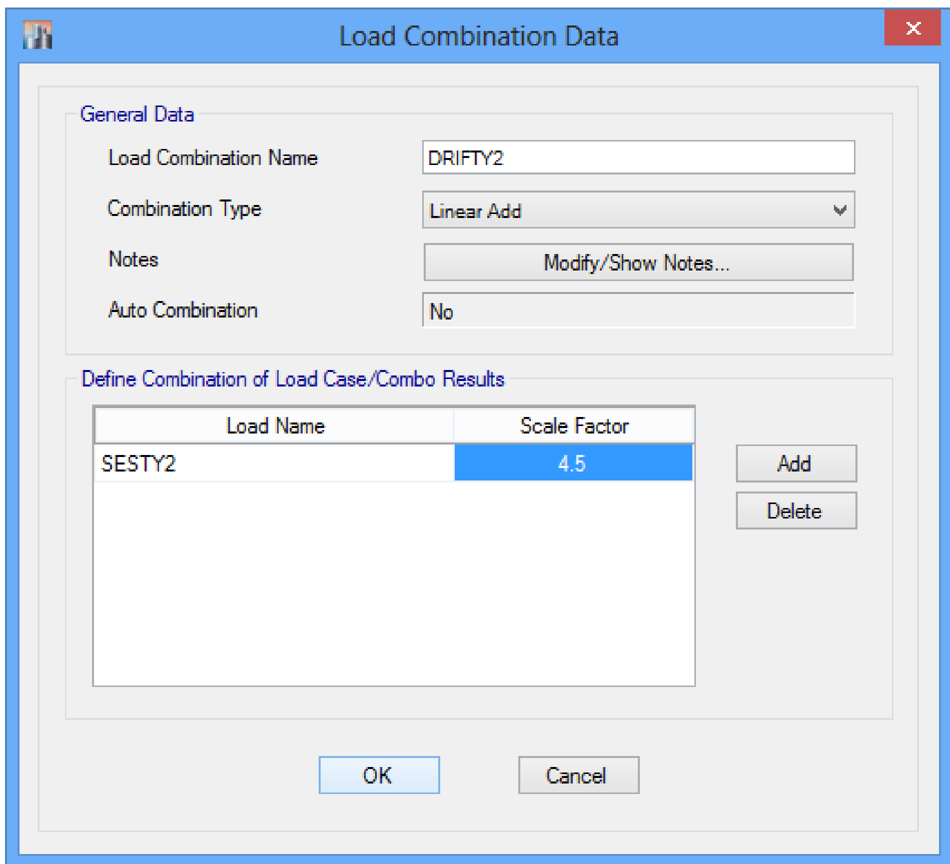
Story	Diaphragm	Fx tonf	Fy tonf	Mz tonf-m
Story11	D11	0	14.15	0
Story10	D10	0	273	0
Story9	D9	0	283.24	0
Story8	D8	0	248.42	0
Story7	D7	0	214.1	0
Story6	D6	0	180.33	0
Story5	D5	0	147.2	0
Story4	D4	0	114.81	0
Story3	D3	0	83.34	0
Story2	D2	0	53.06	0
Story1	D1	0	24.52	0

9) Ir a Define/ Load Combinations/ Add New Combo/ OK.

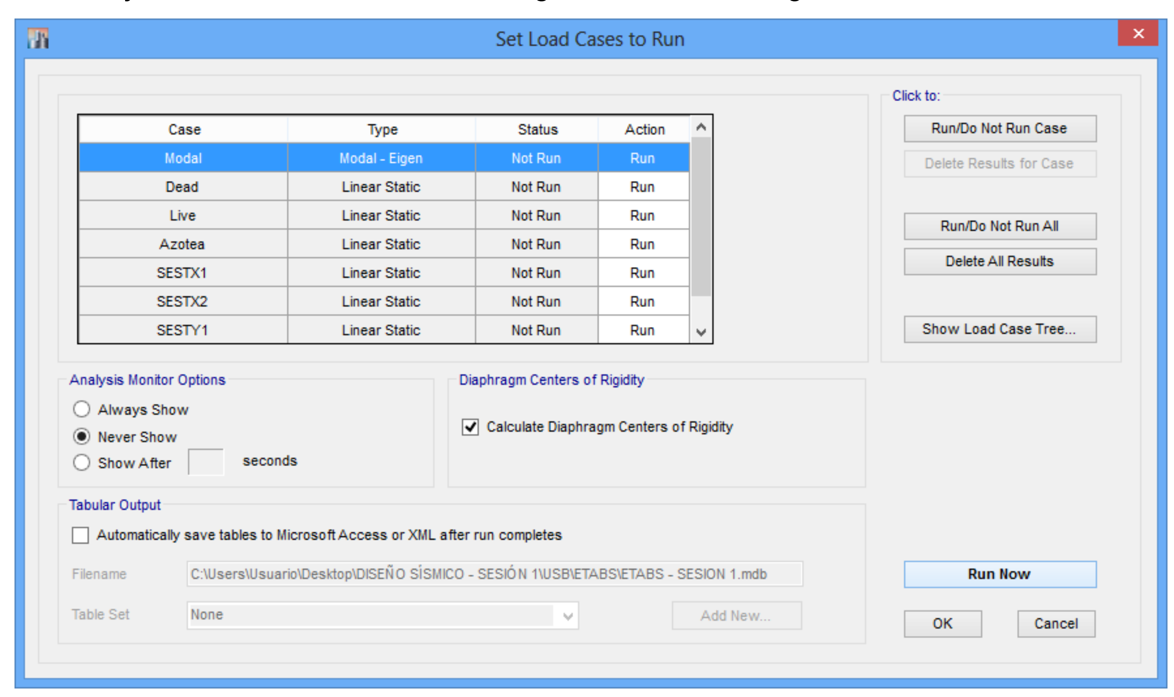





Load Combination Data
General Data
Load Combination Name
DRIFTY1
Combination Type
Linear Add
Notes
Modify/Show Notes...
Auto Combination
No
Define Combination of Load Case/Combo Results
Load Name
Scale Factor
SESTY1
4.5
Add
Delete
OK
Cancel

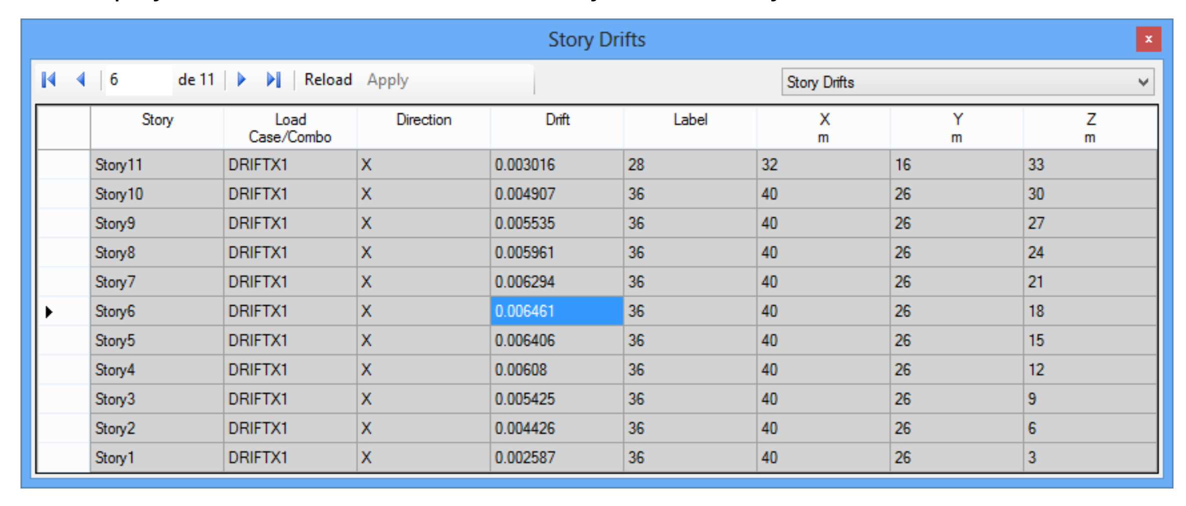

Load Combination Data
General Data
Load Combination Name
DRIFTY2
Combination Type
Linear Add
Notes
Modify/Show Notes...
Auto Combination
No
Define Combination of Load Case/Combo Results
Load Name
Scale Factor
SESTY2
4.5
Add
Delete
OK
Cancel

10) Ir a Analyze/ Set Load Case to Run/ Elegir los casos de carga a analizar/ Run Now.

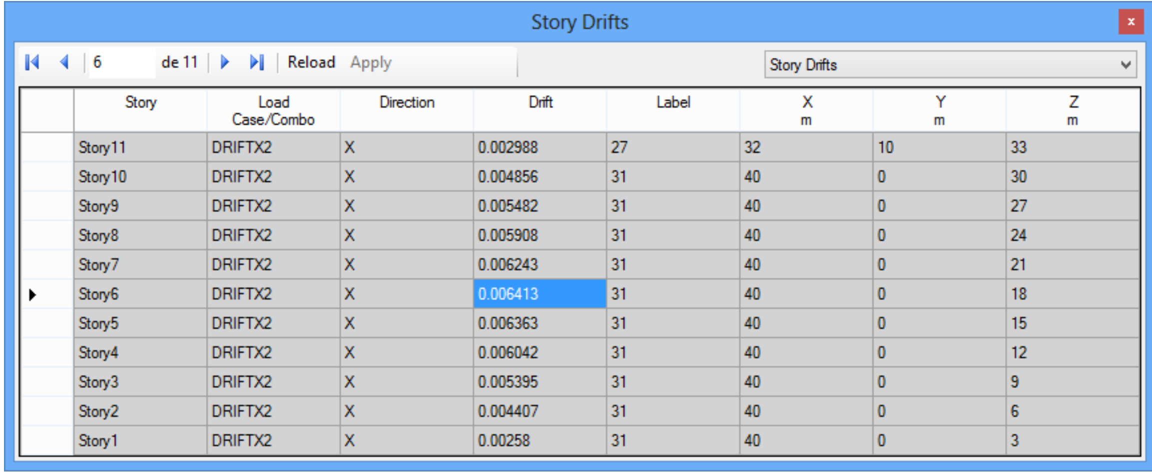


Case	Type	Status	Action
Modal	Modal - Eigen	Not Run	Run
Dead	Linear Static	Not Run	Run
Live	Linear Static	Not Run	Run
Azotea	Linear Static	Not Run	Run
SESTX1	Linear Static	Not Run	Run
SESTX2	Linear Static	Not Run	Run
SESTY1	Linear Static	Not Run	Run

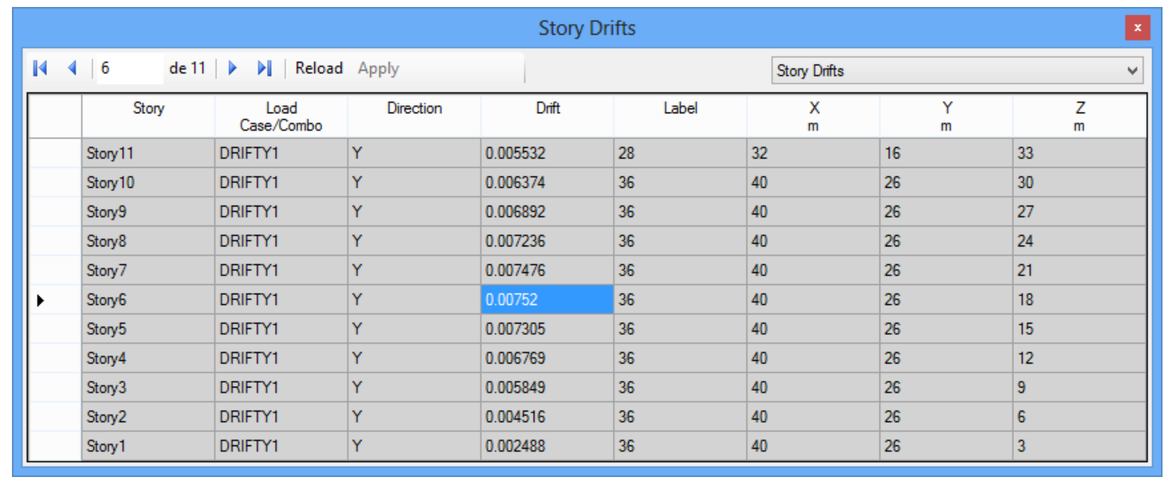
11) Ir a Display/ Show Tables/ Seleccionar Analysis/ OK/ Story Drifts.



Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story11	DRIFTX1	X	0.003016	28	32	16	33
Story10	DRIFTX1	X	0.004907	36	40	26	30
Story9	DRIFTX1	X	0.005535	36	40	26	27
Story8	DRIFTX1	X	0.005961	36	40	26	24
Story7	DRIFTX1	X	0.006294	36	40	26	21
Story6	DRIFTX1	X	0.006461	36	40	26	18
Story5	DRIFTX1	X	0.006406	36	40	26	15
Story4	DRIFTX1	X	0.00608	36	40	26	12
Story3	DRIFTX1	X	0.005425	36	40	26	9
Story2	DRIFTX1	X	0.004426	36	40	26	6
Story1	DRIFTX1	X	0.002587	36	40	26	3

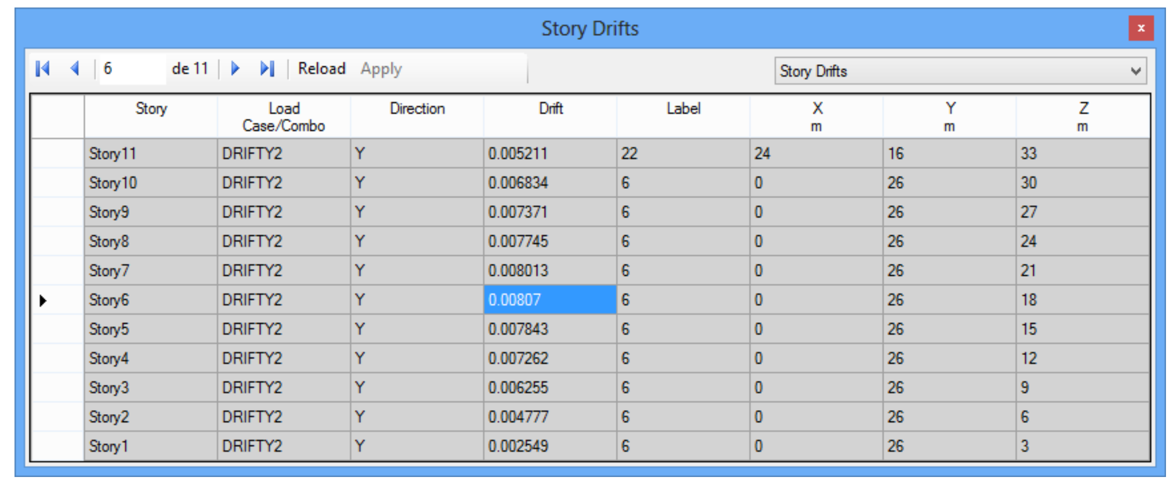


Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story11	DRIFTX2	X	0.002988	27	32	10	33
Story10	DRIFTX2	X	0.004856	31	40	0	30
Story9	DRIFTX2	X	0.005482	31	40	0	27
Story8	DRIFTX2	X	0.005908	31	40	0	24
Story7	DRIFTX2	X	0.006243	31	40	0	21
Story6	DRIFTX2	X	0.006413	31	40	0	18
Story5	DRIFTX2	X	0.006363	31	40	0	15
Story4	DRIFTX2	X	0.006042	31	40	0	12
Story3	DRIFTX2	X	0.005395	31	40	0	9
Story2	DRIFTX2	X	0.004407	31	40	0	6
Story1	DRIFTX2	X	0.00258	31	40	0	3



Story Drifts

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story11	DRIFTY1	Y	0.005532	28	32	16	33
Story10	DRIFTY1	Y	0.006374	36	40	26	30
Story9	DRIFTY1	Y	0.006892	36	40	26	27
Story8	DRIFTY1	Y	0.007236	36	40	26	24
Story7	DRIFTY1	Y	0.007476	36	40	26	21
Story6	DRIFTY1	Y	0.00752	36	40	26	18
Story5	DRIFTY1	Y	0.007305	36	40	26	15
Story4	DRIFTY1	Y	0.006769	36	40	26	12
Story3	DRIFTY1	Y	0.005849	36	40	26	9
Story2	DRIFTY1	Y	0.004516	36	40	26	6
Story1	DRIFTY1	Y	0.002488	36	40	26	3



Story Drifts

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story11	DRIFTY2	Y	0.005211	22	24	16	33
Story10	DRIFTY2	Y	0.006834	6	0	26	30
Story9	DRIFTY2	Y	0.007371	6	0	26	27
Story8	DRIFTY2	Y	0.007745	6	0	26	24
Story7	DRIFTY2	Y	0.008013	6	0	26	21
Story6	DRIFTY2	Y	0.00807	6	0	26	18
Story5	DRIFTY2	Y	0.007843	6	0	26	15
Story4	DRIFTY2	Y	0.007262	6	0	26	12
Story3	DRIFTY2	Y	0.006255	6	0	26	9
Story2	DRIFTY2	Y	0.004777	6	0	26	6
Story1	DRIFTY2	Y	0.002549	6	0	26	3

7. CONCLUSIONES

- En un Análisis Sísmico Estático Lineal Elástico, las distorsiones son mayores al máximo que indica la norma E.030 de 0.007 en la dirección Y.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Decreto Supremo que Modifica la Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente” del Reglamento Nacional de Edificaciones, Aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-Vivienda, modificada con decreto supremo N° 002-2014-Vivienda.
- CSI Analysis Reference Manual. ETABS 2015 Integrated Building Design Software.
- Ing. Erly Marvin Enriquez Quispe. Modelación de un Edificio de 10 Pisos en ETABS 2015.